

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-23776

(P2001-23776A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 5 B 33/14

識別記号

F I

H 0 5 B 33/14

テームコード(参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2000-190485 (P2000-190485)

(22) 出願日 平成12年6月26日 (2000.6.26)

(31) 優先権主張番号 3 4 0 7 8 5

(32) 優先日 平成11年6月28日 (1999.6.28)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72) 発明者 ピ・エン・チョーン

アメリカ合衆国アリゾナ州チャンドラー、
ウエスト・ジェノア・ウェイ3380

(74) 代理人 100091214

弁理士 大貫 進介 (外1名)

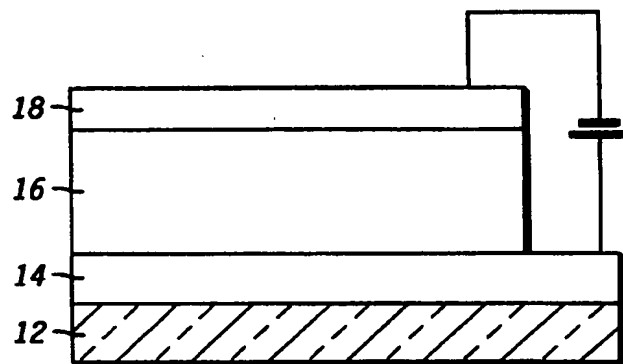
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネセンス・デバイス

(57) 【要約】

【課題】 第1電極14と第2電極18との間にはさまれた小分子有機材料16の本体からなる有機エレクトロルミネセンス・デバイス10を提供する。

【解決手段】 小分子有機材料16の本体は、電極14、18と直接接触する。小分子有機材料16の本体は、バイポーラ移動放出層 (BTEL) として記される、電子および正孔の両方を移動する能力を有するものとして定義されるバイポーラ材料からなる。好適なバイポーラ材料の一つは、 $A_x B_y$ という一般式を有し、ここでAは電子を移動できる要素であり、Bは正孔を移動できる要素であり、xはA要素の成分を表し、yはB要素の成分を表す。



10

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 電極 (14) と第 2 電極 (18) との間ではさまれた小分子有機材料の本体からなる有機エレクトロルミネセンス・デバイス (10) であって、前記小分子有機材料の本体は、前記第 1 電極および前記第 2 電極と直接接触し、前記小分子有機材料の本体は、電子移動特性および正孔移動特性を有するバイポーラ材料からなることを特徴とする有機エレクトロルミネセンス・デバイス。

【請求項 2】 有機エレクトロルミネセンス・デバイス (10) であって：第 1 電極 (14) と第 2 電極 (18) との間ではさまれた小分子有機材料 (16) の本体；前記第 1 電極の表面および前記第 2 電極の表面と直接接触する、前記有機材料の本体；1.5～3.5 eV のバンドギャップを有する、前記有機材料の本体；および正孔移動特性および電子移動特性を含むバイポーラ材料からなる、前記有機材料の本体；によって構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネセンス・デバイス。

【請求項 3】 有機エレクトロルミネセンス・デバイス (10) であって：第 1 電極 (14) と第 2 電極 (18) との間にはさまれたバイポーラ移動放出層 (16)；前記第 1 電極の表面および前記第 2 電極の表面と直接接触する、前記バイポーラ移動放出層；1.5～3.5 eV のバンドギャップを有する、前記バイポーラ移動放出層；および正孔移動特性および電子移動特性を含むバイポーラ材料からなる、前記バイポーラ移動放出層；によって構成されることを特徴とする有機エレクトロルミネセンス・デバイス。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、エレクトロルミネセンス・デバイス (electroluminescent device) に関し、さらに詳しくは、エレクトロルミネセンス・デバイスの効率を改善するための構造に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、有機エレクトロルミネセンス (EL) デバイスは、透明な電極と金属電極との間にはさまれた有機材料の三層からなり、この三層は電子移動層 (electron transporting layer)、放出層 (emissive layer) および正孔移動層 (hole transporting layer) を含む。有機 EL デバイスは、低い駆動電圧およびフルカラーのフラット放出型ディスプレイが可能であるという利点のために魅力がある。従来技術 (米国特許第 4,720,432 号を参照) においてかなりの寿命が達成されているが、高輝度を必要とする用途では、更なる改善が必要とされる。とりわけ、キャリア注入を効率的に向上させ、かつ再結合の可能性を増加させるために有機材料の層内にキャリアを制限するためのデバイス構造の変更は、有機エレクトロルミネセンス・デバイスの寿命を改

善する上で不可欠である。

【0003】 Tangらによる論文 "Fabrication and Electroluminescence of Double-Layered Organic Light Emitting Diodes with $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$ Cathode", Appl. Phys. Lett., vol. 70, No. 10, pp. 1233-1235, 10 Mar. 1997 において、 Al_2O_3 のバッファ層は Alq_3 の層 (電子移動放出層) と、アルミニウム電極 (カソード) との間に配置される。バッファ層は、トネリング効果を向上させ、 Alq_3/Al 界面に固有の励起抑制ギャップ状態 (excitation-quenching gap states) を除去する。

【0004】 Parkerらによる論文 "Fabrication of Polymer Light-Emitting Diodes Using Doped Silicon Electrodes", Appl. Phys. Lett., Vol. 64, No. 14, pp. 1774-1776, 4 Apr. 1994 では、シリコン基板上にポリマ LED を直接作製し、かつその後にポリマ LED をシリコン・ベースの集積回路内に集積することを可能にするように、ポリマ・ダイオード上で被ドーピング・シリコン電極および SiO_2 層を利用することが開示される。

【0005】 米国特許第 5,853,905 号では、第 1 電極と第 2 電極との間にはさまれた小分子有機材料の本体からなるエレクトロルミネセンス・デバイスとともに、ヘテロ接合 (heterojunction) 界面の除去について開示され、ここで第 1 絶縁材料の層は、小分子有機材料の本体と第 1 電極との間に配置され、第 2 絶縁材料の任意の層は、小分子有機材料の本体と第 2 電極との間に配置される。第 1 絶縁材料は、第 1 電極からの第 1 キャリアをトネリングさせることができ、また第 2 絶縁材料は、第 1 キャリアに対する障壁となると考えられる。この構造は、デバイスの効率および信頼性を改善するが、デバイスの製造に対して余分なプロセス工程も追加する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従って、安価に製造できるように、有機エレクトロルミネセンス・デバイスの構造を単純化することが必要とされる。ただし、この単純化によって、デバイスの寿命および効率が犠牲になってはならない。また、電子移動層と正孔移動層との間の界面を除去することにより、信頼性の改善されたエレクトロルミネセンス・デバイスが得られる。

【0007】 本発明の目的は、新規な単純化されたエレクトロルミネセンス・デバイスを提供することである。

【0008】 本発明の別の目的は、高い効率および信頼性を有する新規な単純化されたエレクトロルミネセンス・デバイスを提供することである。

【0009】 本発明のさらに別の目的は、単純化された構造を有し、それにより製造手順からプロセス工程を省く、新規な単純化されたエレクトロルミネセンス・デバイスを提供することである。

【0010】 本発明のさらに別の目的は、安価に製造できる新規な単純化されたエレクトロルミネセンス・デバイスを提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的等は、第1電極と第2電極との間にはさまれた小分子有機材料の本体からなるエレクトロルミネセンス・デバイスにおいて実現され、ここで小分子有機材料の本体は、これらの電極と直接接触する。小分子有機材料の本体は、バイポーラ移動放出層(BTEL:bipolar transport emitting layer)と記される、電子および正孔の両方を移動する能力を有するものとして定義されるバイポーラ材料(bipolar material)からなる。好適なバイポーラ材料の一つは、 A_xB_y という一般式を有し、ここでAは電子を移動できる要素であり、Bは正孔を移動できる要素であり、xはA要素の成分を表し、yはB要素の成分を表す。金属、金属合金、導電性ポリマ、金属化合物などを含む電極材料を慎重に選ぶことにより、BTEL層への電荷の効率的な注入が達成でき、これは電極と小分子材料の本体との間に絶縁層が存在する場合に匹敵するか、あるいはそれよりも良好である。

【0012】

【実施例】本発明の特徴と考えられる新規な特徴については、特許請求の範囲において規定される。ただし、本発明自体、ならびにその他の特徴および利点については、添付の図面とともに読むことで、以下の詳細な説明を参照することによって最もよく理解されよう。

【0013】この説明の中で、本発明の実施例を示す異なる図面に従って同様な要素を識別するために、同様な参照番号が用いられる。ここで図1を参照して、本発明による有機エレクトロルミネセンス(EL)デバイス10の簡略断面図を示す。デバイス10は基板12上で作製され、基板12は、本実施例では、好ましくは透明であり、また当技術分野で用いられる多数の既知の材料のうちのいずれかで作製してもよい。例えば、基板12は、Corning 7059ガラスなどのガラスや、ポリオレフィン(polyolefins)、ポリエーテルスルホン(polyethersulfones)、ポリアリレート(polyarylates)などからなる透明プラスチック基板で作製してもよい。一好適な実施例では、基板12は、フラット・パネル・ディスプレイ用途に適した品質のガラスで作製される。

【0014】基板12の上に被着されるのは第1電極14であり、この第1電極14は導電性であり、光学的に透明あるいは半透明である。有機ELデバイス用の第1電極14として、いくつかの材料が有利に利用できる。材料の例には、酸化インジウム、酸化インジウム錫(ITO:indium-tin oxide)、酸化亜鉛、酸化亜鉛錫などの導電性金属酸化物や、ポリアニリン(polyaniline)などの導電性透明ポリマが含まれる。あるいは、電極14は半透明金属から作製してもよく、その例には、金、銅、銀およびそれらの組み合わせの薄層(500Å未満)が含まれる。一好適な実施例において、電極14はITOまたは酸化亜鉛で作製される。

【0015】次に電極14上に被着されるのは、有機エレクトロルミネセンス媒体16の一つの本体であり、ここで発光(light emission)が生じる。本実施例では、有機エレクトロルミネセンス媒体16は、ヘテロ接合のない連続的な有機媒体からなり、電極14および上部電極(以下で説明する)と直接接触している。一般に、媒体16は、1.5~3.5で、好ましくは1.8~3.0の範囲のバンドギャップを有する。媒体16は小分子有機材料からなることが好ましい。媒体16は、バイポーラ移動放出層(BTEL)ともいう、電子および正孔の両方を移動する能力を有するものとして定義されるバイポーラ材料からなる。好適な実施例では、媒体16は A_xB_y という一般式を有し、ここでAは電子を移動できる要素であり、Bは正孔を移動できる要素であり、xは A_xB_y におけるA要素の成分を表し、yは A_xB_y 媒体におけるB要素の成分を表す。媒体16におけるXおよびYの変数は一般に実質的に線形であるが、線形以外の変数も特定の用途において組み込むことができることが当業者に理解される。

【0016】電極14は、金属、金属合金、導電性ポリマ、金属化合物などを含むように特に選択され、これにより電極14と小分子材料の本体、すなわちBTEL層16との間に絶縁層が存在する場合に匹敵するか、あるいはそれよりも良好である、BTEL層すなわち媒体16への電荷の効率的な注入が達成できる。キャリア移動特性は、BTEL層16の組成を調整することによって変更できる。例えば、 $y=1$ すなわち100%である場合、BTEL層16純粋に正孔移動(HT:hole transport)材料からなり、正孔移動が強く偏重され、一方、 $y=0$ の場合、BTEL層16は電子移動(ET:electron transport)材料であり、電子移動が偏重される。いずれの場合にせよ、EL効率、キャリア注入および移動のバランスがとれていないので低い。ほとんどのキャリアは、発光的(radiatively)に再合成せずにBTEL層16を移動する。また、漏れ電流が高いので、この場合では信頼性も損なわれる。 y がゼロに等しくない場合、ETおよびHT分子は混合体において共存する。分子間の弱いファンデルワールス結合(van der Waals coupling)の存在のため、HTおよびET分子両方の最高占有分子軌道(HOMO:highest occupied molecular orbital)および最低非占有分子軌道(LUMO:lowest unoccupied molecular orbital)の狭いバンドは、混合体において元のエネルギーを維持する。例えば、電子はET LUMOにてホッピング(hop)し、正孔はHT HOMOにてホッピングする。BTEL層16の組成を変えることによって、キャリアの平均ホッピング距離は制御できる。例えば、小さい y (低いNPB濃度)の場合、正孔の平均ホッピング距離は大きくなり、その結果、正孔移動度(hole mobility)は低くなる。従って、再結合ゾーンの位置は、BTEL層16の組成を調整す

ることによって制御できる。BTEL層16の組成は、層全体について固定する必要はない。BTEL層16の組成は、デバイス性能を最適化するために、所望に応じてBTEL層16全体で連続的に調整できる。よって、電極内に流入するキャリアに対する障壁を提供するために、BTEL層16と電極14と上部電極（以下で説明する）との間に配置される絶縁材料の層の必要はなくなる。この結果、効率または信頼性を損なわずに、はるかに単純な構造が得られる。

【0017】BTEL層16の上に被着されるのは、第2電極18（カソード）であり、この第2電極18は、一般にリチウム、マグネシウム、カルシウムまたはストロンチウム、アルミニウム、インジウム、銅、金、銀もしくは上記の金属の組み合わせのグループから選択される金属からなる。

【0018】ここで図2を参照して、本発明の一つの重要な実施例は、有機EL効率の改善ならびに発光色の制御に関する。よって、簡略断面図に示されるのは、本発明のエレクトロルミネセンス・デバイスの別の実施例である。なお、図1に示す要素と同様な全ての要素は、異なる実施例を示すためにプライム符号（'）を追加した同様な参照番号で記される。この目的は、蛍光効率（fluorescent efficiency）の高い少量の染料（dye）またはピグメント（pigment）20をBTEL16内に投入することによって達成できる。効率的な移動のためには、蛍光染料またはピグメントは、BTEL16を構成するホスト材料のバンドギャップよりも大きくないバンドギャップを有することが必要である。蛍光染料またはピグメントは、BTEL16を構成する材料のモルに基づき、10⁻³～10モル・パーセントの濃度で存在することが好ましい。有機EL用途に適した蛍光染料またはピグメントの選択は、当業者に周知である。さらに、図2に示すように、BTEL16'と第1電極14'との間にはさまれた正孔注入層22および／またはBTEL16'と

第2電極18'との間にはさまれた電子注入層24は、任意で含まれる。正孔注入層22および／または電子注入層24のうち少なくとも一方を含むことは、第1電極14'または第2電極18'とBTEL16'との間の熱膨張係数を改善することにより、より安定かつ効率的なデバイスを提供する。

【0019】従って、新規で効率的な単層のエレクトロルミネセンス・デバイスが開示される。さらに、この新規で効率的な単層のエレクトロルミネセンス・デバイスは、製造するのが比較的簡単であり、多層デバイスに比べて安定性が大幅に改善されている。また、この新規で効率的な単層のエレクトロルミネセンス・デバイスは、界面が少ないので、多層デバイスに比べて信頼性が優れている。

【0020】本発明の具体的な実施例について図説してきたが、更なる修正および改善は当業者に想起される。従って、本発明は図示の特定の形式に制限されるものではなく、特許請求の範囲は本発明の精神および範囲から逸脱しないあらゆる修正を網羅するものとする。

【図面の簡単な説明】

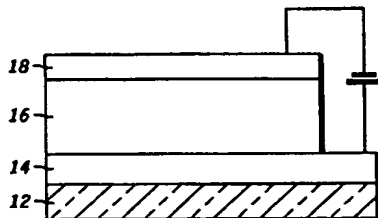
【図1】本発明による有機エレクトロルミネセンス・デバイスの簡略断面図である。

【図2】本発明による有機エレクトロルミネセンス・デバイスの別の実施例の簡略断面図である。

【符号の説明】

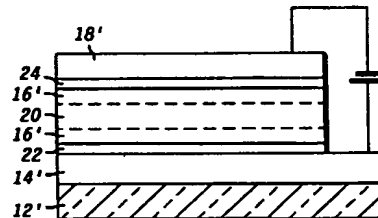
- 10 エレクトロルミネセンス（EL）デバイス
- 12, 12' 基板
- 14, 14' 第1電極
- 16, 16' 有機エレクトロルミネセンス媒体（BTEL層）
- 18, 18' 第2電極
- 20 染料（ピグメント）
- 22 正孔注入層
- 24 電子注入層

【図1】



10

【図2】



10'

フロントページの続き

(72)発明者 フランキー・ソ
アメリカ合衆国フロリダ州コーラル・スプ
リングス、ノース・ウエスト・13ス・マノ
ール10345

(72)発明者 ソン・ク・シ
アメリカ合衆国アリゾナ州フェニックス、
イースト・ゴールド・ボビー・ウェイ4521